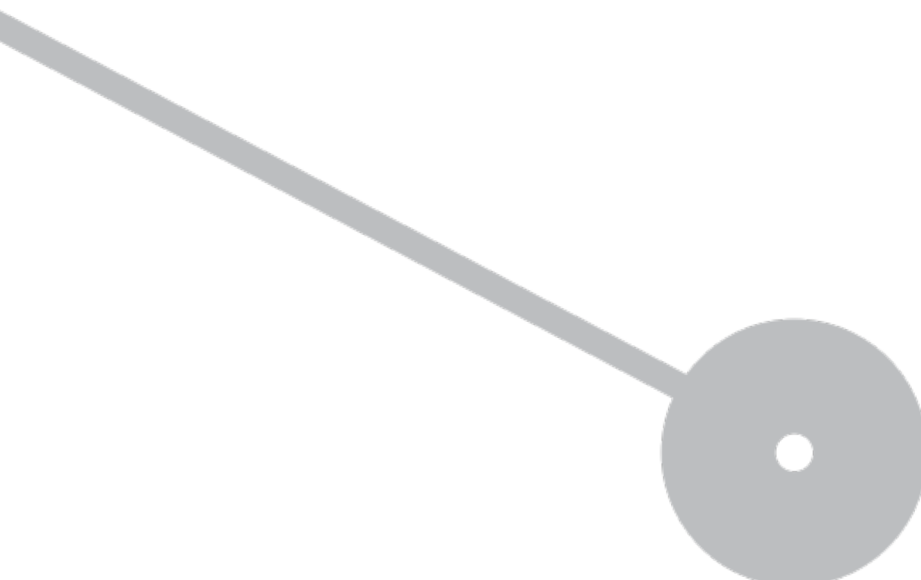




Estagnação

Tomas da Silva Rodrigues Bessa Pinto

06/**2024**



Politécnico do Porto
Escola Superior de Media Artes e Design

Tomás da Silva Rodrigues Bessa Pinto

Estagnação

Licenciatura em Cinema e Audiovisual

Projeto Final de Audiovisual

Orientação: Joaquim Gonçalo Pacheco de Sousa

Vila do Conde, Junho de 2024

Índice

• 0 - Introdução	1
• 1 - Enredo	2
• 2 - Estado da Arte	2-3
• 3 - Equipamento e Pré-produção	3-4
• 4 - Produção	4
◦ Layout de filmagem	
• 5 - O uso de FFmpeg	5-6
• 6 - Pós-produção	6-8
◦ Sincronização	
◦ Correção de áudio	
◦ Composição, Manipulação e Foley	
◦ Filtros e Efeitos	
◦ Mixing e Normalização	
• 7 - Fidelidade de Som	8-9
• 8 - Uso de Música	9-10
• 9 - Metodologia na Codificação	10-11
• 10 - Exportação Final	11
• Conclusão	11-12
• Créditos e Agradecimentos	12-13
◦ Equipa de produção	
◦ Atores	
◦ Materiais de terceiros usados	
◦ Outros agradecimentos	
• Referências usadas	14

0 - Introdução

Num projeto de cinema ou audiovisual, o som é a base de apoio à narrativa da história. A cena e plano são contextualizados através do som, bem como todos os elementos físicos incluídos nos mesmos. O som serve de protocolo ou código de comunicação para o espetador, conscientemente e subconscientemente, e fundamenta os elementos no espaço, ambos os que se encontram em plano e os que estão fora.

O nosso projeto Estagnação é um filme de natureza autodocumental, com a história e argumento escritos pelo realizador, João Pinto. O nosso filme é uma curta-metragem, com vídeo e áudio, com duração de aproximadamente 14 minutos. A nossa equipa de produção é constituída por 2 membros, e usamos equipamento de filmagem próprio para todas as filmagens.

O Estagnação retrata uma história sobre um aluno chamado Mário que passa por dificuldades em lidar com a rotina monótona e repetitiva de estudante de faculdade. Ao longo do seu percurso escolar, o protagonista perde a força que precisa para enfrentar estas dificuldades, mas será que ele vai conseguir mudar este padrão?

As tarefas são distribuídas da seguinte forma:

João Pinto

- Realizador
- Argumento
- Diretor de Fotografia
- Ator (protagonista)
- Produção
- Pós-produção de vídeo e imagem

Tomás Pinto

- Assistente de Realização
- Diretor de Som
- Operador de câmara e microfone
- Produção
- Pós-produção de áudio

Este relatório contém a descrição e resumo do processo, planeamento e execução do projeto, com um foco na frente de som e explica a importância do som e manipulação do mesmo na história. Está incluída a informação técnica dos nossos procedimentos, ferramentas e equipamento.

1 - Enredo

No filme, nós assistimos ao ciclo diário de Mário, a nossa personagem principal, durante a sua fase de estudos como aluno de faculdade. As seguintes cenas estão presentes na história, por esta ordem: casa, estação do metro, metro, faculdade, metro (vinda), casa (noite/tarde). Este ciclo repete-se várias vezes e os dias estão divididos em quatro atos, ou categorias. Os três primeiros atos representam um ano escolar cada um, e o quarto ato representa último dia da história, no mesmo ano que o terceiro.

Na mudança de cada fase, nós observamos uma alteração no aspeto e atitude da personagem. Na primeira fase, Mário esforça-se por chegar a tempo às aulas e tratar de si, e tem a barba feita e o cabelo curto. Com o passar para a segunda e terceira fase, nós vemos a mudança de atitude, e esse esforço começa a desaparecer gradualmente. Ele deixa de fazer a barba, o cabelo fica enorme, ele distrai-se a comer o pequeno almoço, não se esforça por apanhar o metro para chegar a tempo às aulas, etc. A quarta fase representa o momento em que ele decide mudar esta atitude de vez e faz a barba, corta o cabelo, e mais uma vez consegue apanhar o metro. A história acaba com o protagonista a aperceber-se que tem de mudar de atitude e tem de arranjar força de seguir em frente, acabar o seu curso e resolver os seus problemas, enfrentando o seu rumo de estudante com maior força e vontade.

2 - Estado da Arte

Apesar de eu estar envolvido na operação de câmara e parte da realização, o meu cargo principal é de um diretor de som. Eu sou responsável pela frente do som no nosso filme e, como diretor de som, faz parte do meu cargo planear o equipamento e logística de filmagem na frente do áudio e executar as nossas ideias em produção e pós-produção. Eu imagino como o som será no seu resultado final e faço escolhas técnicas e criativas na gravação de áudio, manipulação, composição, correção e muito mais.

O uso de som é extremamente importante para a narrativa do nosso projeto. A forma como os sons, ambientes e vozes se situam no espaço e interagem uns com os outros contextualizam-nos na história, na cena e fornecem suplemento à emoção. Para a realização das minhas tarefas, eu inspirei-me parcialmente no filme *Godzilla Minus One* (2024). Este filme é de uma categoria, género e calibre completamente diferentes do *Estagnação*, mas o que me interessa é como o som é usado. No *Godzilla Minus One*, o som define a dimensão do *Godzilla* e a destruição que ele causa. O filme também tem momentos mais estacionários e sérios, com ausência de música, mas assim que *Godzilla* ataca Japão, ouvimos então a peça de música principal. A música é usada como auxílio da narrativa de som, e define o ritmo, emoção e intensidade da cena. Eu ponho em prática estas técnicas de narrativa auditiva no *Estagnação*, como é explicado nos capítulos deste relatório que seguem.

Michel Chion afirma que existem 3 modos de audição: audição casual, audição semântica e audição reduzida (Audio-Vision, 1994, p. 25). Para associar este conceito ao nosso projeto, eu vou falar da audição casual e semântica. Chion afirma que a audição casual “consiste em ouvir um som com o fim de obter informação sobre a sua causa ou fonte” (Audio-Vision, 1994, p. 25). No *Estagnação*, estão presentes inúmeros sons que correspondem a esta definição. Estes sons dão-nos a informação de onde se situam no espaço (o som do metro a chegar à estação, por

exemplo) e da sua causa (o protagonista fecha a porta quando sai de casa). A contextualização sonora da cena é criada a partir deste método.

Chion caracteriza a audição semântica como “um código ou linguagem para interpretar a mensagem” (Audio-Vision, 1994, p. 28). O Estagnação usufrui do conceito da audição semântica através da música. A música serve de fundamento à narrativa audível da história, e é através das faixas de música e como elas são manipuladas que se desenvolve uma mensagem implícita. A música alegre no início da história que representa o início percurso escolar do protagonista, enfrentado com vontade e energia pelo mesmo, e as faixas de música mais sombrias e calmas, que acompanham o enredo e estado da personagem ao longo da história.

No Estagnação, a posição espacial dos sons é uma característica prominente. Eu manipulo o timbre, amplitude, efeitos e posicionamento de som de forma a que um som que tenha sido artificialmente colocado se integre no plano, para que o espectador consiga não só perceber de onde vem o som, mas também acreditar que o som vem realmente de onde parece que vem.

Vesna Dakic explica que a percepção espacial do som tem 3 dimensões: vertical, horizontal e profundidade (Sound Design for Film and Television, 2007, p. 9). No caso da profundidade, Dakié enumera que podemos obter este efeito através de “amplitude da fonte”, “audibilidade do reflexo do chão”, “efeito Doppler” e “reverberação” (Sound Design for Film and Television, 2007, p. 9). No nosso projeto, a amplitude e reverberação são utilizados para definir a profundidade dos sons. Quanto ao efeito Doppler, nós não o introduzimos de forma artificial, mas ele está presente nos planos da estação do metro. A amplitude define a distância do som ao recetor (a câmara), e a reverberação é usada para misturar o som corretamente no espaço. Dependendo do espaço em que se situa, o som poderá necessitar de mais ou menos reverberação para realmente parecer que não foi introduzido em pós-produção. A reverberação também pode ser usada para definir a distância do som ao recetor, ao usarmos o som resultante da reverberação mas atenuarmos o som original seco.

3 - Equipamento e Pré-produção

O projeto é desenvolvido com equipamento pessoal e a pares. Para o vídeo, é usada uma câmara digital e um tripé. O vídeo é gravado a 1920x1080 a 25FPS em H.264, com uma bitrate média de 25Mb/s. É usado um ISO entre os 800 e 3200, dependendo das circunstâncias.

O áudio é gravado com um microfone cardioide USB e o sinal de áudio enviado é de 16bit e 48KHz, mono, e é usado um portátil como gravador. Para gravar o áudio do microfone, eu escrevi um pequeno script de automação para executar o FFmpeg^[1] e gravar. Isto faz com que o processo de gravação seja extremamente rápido e flexível, com o mínimo de fricção. Devido à natureza avançada e manual do FFmpeg, o áudio gravado não sofre interferências que podem destruir a sua qualidade. O FFmpeg é extremamente leve por ser uma ferramenta de linha de comandos, e assim diminuimos o uso de bateria do portátil, tendo uma autonomia de bateria superior. O portátil usa NixOS^[2], um sistema operativo à base de Linux^[3], e por esse motivo, o sistema de som para captação de áudio que foi usado é o Pulseaudio^[4].

Para o gravador, o objetivo de configurar um sistema operativo a um nível mais avançado e profundo é para reduzir o consumo de energia para aumentar ainda mais a autonomia do portátil, bem como aumentar a performance do hardware e a minha produtividade. Mesmo a

gravar o áudio em PCM/wav, o FFmpeg ainda usa recursos de CPU a um nível ligeiro devido à captura e codificação de áudio, o que aumenta o consumo de energia. O impacto energético é reduzido ao diminuir a velocidade de clock dos núcleos de CPU. A redução da frequência de operação do CPU aumenta a eficiência energética e térmica. Um gravador de áudio wav não precisa de muitos recursos de CPU, então podemos reduzir a velocidade do mesmo sem perdermos informação ou aumentarmos a latência de gravação. O CPU em questão tem uma velocidade clock base de 2.8GHz e tem 6 núcleos, o que não é necessário para captar e codificar áudio. Fazemos então uma redução para 1GHz. Estas otimizações tornam o portátil muito autónomo, com um consumo mediano entre os 3W e 5W quando está parado.

4 - Produção

Como diretor de som, eu vejo a produção e pós-produção de áudio como um problema para resolver. Nós temos uma ideia, um conceito, o que queremos fazer quanto ao som no nosso trabalho, e o desafio está em como podemos executar a nossa ideia de forma flexível, previsível, eficaz e poderosa. O som tem um papel enorme na narrativa do nosso projeto. O nosso filme não tem muito diálogo, mas tem imensos sons de foley e ambiente que definem a sua narrativa por cena e por plano, e a composição de todos estes elementos cria o ambiente de som crucial para a história.

Durante a filmagem, é gravado o áudio-base em tempo real. O microfone mantém-se próximo do ator principal e é direcionado para as fontes de som causadas pelo mesmo. O microfone é cardioide, por isso ainda dá alguma flexibilidade para captar vários sons em diversos pontos como, por exemplo, os sons da cama e o bocegar da personagem no início de cada dia. Depois desta filmagem, são gravados os sons de diversos objetos e sons de ambiente para podermos captar tudo o que precisamos com qualidade e nitidez. Assim, temos uma biblioteca de sons para usar na composição, durante a pós-produção. Para sons de foley, nós aproximamos o microfone para podermos captar o som com maior fidelidade e um maior rácio entre sinal e ruído. Para sons de ambiente, gravamos diversos ambientes de fundo em diferentes lugares ou alturas do dia, para depois podermos compor com maior flexibilidade.

Os sons são categorizados e organizados. Se faltarem sons, é reservado um dia dedicado a gravá-los. Para as circunstâncias em que o diálogo das personagens não ficou bem captado, são gravadas as falas numa suite de som.

As gravações dos planos podem também ser recicladas e usadas noutros planos, se necessário. Quando a gravação de áudio de um plano corre mal em qualquer ponto, é possível usar o áudio do mesmo plano noutros dias da história, graças às semelhanças entre os dias.

Layout de Filmagem

Para maior parte das cenas, é usado uma câmara, um tripé, um microfone e gravador. A câmara é estática, com a exceção de alguns planos no exterior, e o microfone também. O microfone é posicionado e direcionado com foco no protagonista, e então qualquer outro áudio que seja importante será gravado à parte. O microfone deve de estar o mais próximo possível do protagonista, desde que não apareça em plano, para aumentar a intensidade e qualidade do som sem termos de aumentar também o ruído mais logo.

5 - O uso de FFmpeg

O FFmpeg é uma ferramenta de linha de comandos especializada para codificar, manipular e processar vídeo, imagens, áudio e legendas. O FFmpeg é cross-platform e funciona em imensos sistemas operativos, como sistemas à base de Linux, Windows, MacOS, FreeBSD, OpenBSD, Haiku e mais. Este programa utiliza uma interface de linha de comandos elaborada, que permite uma liberdade e poder enorme para codificar, manipular e processar materiais digitais. Esta linha de comandos é tão extensa que pode ser usada como apoio ao desenvolvimento de software, quer sejam pequenos scripts ou grandes programas e servidores.

No nosso projeto, o FFmpeg é usado para a gravação de áudio, transcodificação de vídeos e áudios e remuxing.

Para gravação de audio num sistema de Linux com a backend Pulseaudio, assumindo que o nome de identificação do microfone é MICROFONE1, podemos usar o seguinte comando para gravar áudio:

```
ffmpeg -f pulse -i MICROFONE1 -ac 1 recording.wav
```

O input do microfone envia o sinal em PCM, e o nosso ficheiro de output é em WAV, então não precisamos de especificar o codificador e formato a usar. Também não é necessário especificar parâmetros de áudio como profundidade de bits e taxa de amostragem, porque é tudo assumido com base no input recebido. Há, no entanto, uma exceção, que é o número de canais de áudio: o microfone grava em mono, mas no nosso caso o FFmpeg deteta um input stereo, que poderá ser culpa do Pulseaudio. O sinal é exatamente igual para ambos os canais, então é usado o argumento “-ac 1” para codificar o nosso ficheiro de áudio em mono. É sempre melhor assim, pois vamos reduzir o tamanho de ficheiro para metade, retirando esta informação redundante.

O lado mais forte do FFmpeg é a codificação. Nós usámos o FFmpeg para converter materiais de gravação, ficheiros intermédios e ficheiros finais de exportação, com uma atenção ao pormenor.

Vamos assumir que temos a exportação do nosso filme final em formato intermédio, com o nome de FINAL.mov, e queremos transcodificar para ser web-friendly. Com o FFmpeg, podemos fazer isso:

```
ffmpeg -i FINAL.mov -c:v libx264 -preset:v veryfast -crf 20 -c:a libopus -b:a 320k pix_fmt yuv420p FINAL_web.mov
```

-c:v libx264: Utiliza o codificador de vídeo x264. x264 é considerado o melhor codificador para o formato H.264 devido à sua eficácia de compressão e suporte de parâmetros amplo.

-preset:v veryfast: Escolhe o preset veryfast para o codificador x264.

-crf 20: Utiliza o modo de controlo de bitrate Control Rate Factor, com um valor de 20, que é equilibrado para um vídeo com ainda boa qualidade mas bitrate média baixa.

-c:a libopus: Define Opus como o codificador de áudio a usar.

`-b:a 320k`: Utiliza bitrate constante para áudio, com o valor de 320 kilobits por segundo.

`-pix_fmt yuv420p`: Codifica o vídeo para o formato de cor YUV 4:2:0 8bit.

Os parâmetros que não são especificados aqui são assumidos com base no vídeo original (resolução, framerate, etc) ou com base num valor que é escolhido por defeito (parâmetros do x264 e opus).

Durante o desenvolvimento do nosso trabalho, o FFmpeg também é usado para fazer remuxing. Temos os vídeos intermédios e o áudio final para cada vídeo/plano feito, e queremos juntá-los de forma eficaz. Para obtermos esse resultado, fazemos remuxing. Remuxing é a extração e junção de faixas de fontes de media diferentes, criando um novo ficheiro. Nós pegamos no vídeo final e no áudio final para esse vídeo e juntamos os dois num ficheiro de vídeo novo, descartando o áudio original. Este processo mantém, se quisermos, a informação de áudio e vídeo intacta, com completa ausência de uma nova codificação e destruição. Este processo é extremamente eficaz e rápido, limitado apenas pelas velocidades de escrita e leitura de disco.

Eis um exemplo de como fazer remuxing com o FFmpeg, para importar um vídeo e áudio de fontes diferentes:

```
ffmpeg -i VIDEO.mov -i AUDIO_final.mov -c copy -map 0:v -map 1:a VIDEO_final.mov
```

`-c copy` diz ao FFmpeg para não transcodificar nenhuma faixa de vídeo ou áudio de qualquer fonte, utilizando a informação original tal como está.

Os argumentos `-map 0:v` e `-map 1:a` pegam, respetivamente, nas faixas de vídeo de VIDEO.mov e nas faixas de áudio de AUDIO_final.mov. Não é necessário neste caso especificar quais faixas queremos.

6 - Pós-Produção

A pós-produção do Estagnação é feita de forma paralela. Eu trabalho na pós-produção de áudio e o João trabalha em vídeo/imagem, por isso é possível trabalharmos em ambientes diferentes de forma paralela, com alguma metodologia.

Todas as gravações irão seguir uma organização específica de ficheiros para o áudio e vídeo serem depois trabalhados paralelamente. Todos os ficheiros são renomeados com base na respetiva cena, plano e take, e esta organização deve de ser mantida para todos os elementos da pós-produção em ambas as frentes de imagem e áudio, porque assim podemos trabalhar em paralelo.

Enquanto o João trabalha na montagem e cortes, eu trabalho na sincronização de áudio, com algumas pequenas correções. Assim que os cortes e montagem estiverem prontos, o João envia-me um render intermédio, onde eu posso então começar a tratar do áudio final.

Sincronização

Como foi mencionado anteriormente, a pós-produção de áudio começa com a sincronização de áudio. Nesta etapa, é feita a sincronização entre as faixas de áudio das filmagens originais e as gravações de áudio obtidas com o microfone dedicado. As faixas de áudio, quando exportadas, são normalizadas para -4dB e, se necessário, são feitas correções e ajustes de ganho. Os sons redundantes que aparecem na gravação, como o bater de palmas no início do take, ou toques acidentais no microfone, são removidos para não afetarem o resultado da normalização. Se estes sons aparecerem no meio da gravação, essas porções são substituídas pelo room tone do local de filmagem, ou outra porção da mesma faixa com o mesmo ganho e configurações. O ganho que resulta da normalização é depois ajustado, caso o áudio agora tenha uma amplitude demasiado alta.

Em casos excepcionais, é feita uma equalização ou compressão para corrigir algumas gravações. É de evitar fazer correções nesta etapa, pois não podemos saber quais são as porções de áudio que vamos usar, desperdiçando esforço e tempo.

Assim que tudo está sincronizado e corrigido, cada faixa é exportada, com a duração dos vídeos originais que cada faixa representa. Cada faixa exportada é depois juntada ao vídeo original através de remuxing. Estes ficheiros novos, resultantes do remuxing, contêm as faixas de vídeo originais, mas agora com o áudio correto da filmagem, sincronizado e corrigido, pronto para ser usado. Estes ficheiros vão substituir os antigos, e no lado da pós-produção de vídeo, o novo áudio é automaticamente aplicado.

Quando a montagem de vídeo estiver pronta, o projeto é exportado numa versão intermédia. Esta versão tem apenas a montagem e cortes feitos, que é o necessário para haver progresso no trabalho de som. Passamos agora para a segunda parte da pós-produção de áudio.

Correção de Áudio

A correção do áudio já foi parcialmente feita na fase de sincronização, mas não foi acabada, pois seria demasiado lento e necessitaria de um esforço enorme corrigir todas as gravações na sua duração total, quando apenas usaremos parte das nossas gravações, e porções da sua duração. Agora na fase final, o tempo que é preciso para fazer estas correções é muito menor, e então mais nenhum erro escapa. São corrigidos erros de gravação como toques no microfone, sons que precisam de ser comprimidos, sons que ficaram com um timbre mau, entre muitos mais erros.

Composição, Manipulação e Foley

Agora que temos a versão final dos cortes e montagem de vídeo, podemos tratar da composição de áudio final. Esta etapa é dividida entre várias categorias: correção, foley/composição, filtros, mixing/normalização.

Muitos planos necessitam de foley para estarem completos na frente do som. Alguns dos planos do metro e estação precisam de auxílio completo de foley para completar o ambiente e adicionar mais pormenores. Outros planos, como os da escola, necessitam apenas de algum foley auxiliar. Estes planos têm o áudio-base que contém os sons do protagonista e do

ambiente próximo dele, mas é necessário adicionar foley para preencher a sala com uma turma inteira e o professor. A composição de diferentes sons torna a experiência auditiva imersiva e mais interessante, a narrativa de som fica mais rica e expressiva.

Em casos excepcionais onde não gravámos áudio com o microfone dedicado (como os planos de noite), temos de usar o room-tone da mesma cena, vindo de outros planos. Todas as filmagens têm o áudio da câmara e, caso necessitemos, nós podemos usar este áudio para não termos de reproduzir sons com foley quando não é fácil fazê-lo. Se há um som muito característico nestes planos e nós só temos o áudio da câmara, usamos este áudio somente para este som, e tudo o resto é uma composição de foley e room-tone de outros planos ou gravações à parte.

Filtros e Efeitos

Os filtros são o toque final na manipulação de som, os pormenores que fazem a grande diferença. Alguns sons têm um significado completamente diferente se tiverem os graves mais fortes, ou são mais imersivos se usufruirmos dos múltiplos canais de áudio. Na etapa dos filtros, eu aplico diversos efeitos a sons individuais. Exemplos mais simples são a alteração do timbre do som através da equalização, ou introdução de eco e reverberação, ou compressão. Outros exemplos mais interessantes são o uso de panning para contextualizar espacialmente o som. Um exemplo concreto do uso de panning está presente na fase final da história, quando o protagonista está a chegar à estação e de repente ouve o metro a aproximar-se. O som do metro vem da esquerda e lentamente aproxima-se do centro. É importante não exagerar no uso de panning porque pode não ser apropriado para o contexto do plano, e é preciso que o room tone não tenha panning, pois não queremos ouvir o som de ambiente também a vir da esquerda.

Mixing e Normalização

Esta é a etapa final na pós-produção. Os vários cliques de áudio diferem em volume, e esta diferença tem de ser corrigida para cada som ou faixa para respeitar a coerência e narrativa do áudio na sua totalidade. Para a exportação, é feita uma normalização final.

7 - Fidelidade de Som

Como diretor de som, a vontade de criar um ambiente sonoro fiel ao ambiente real no local de filmagem é enorme, mas a fidelidade perfeita não é obrigatória. É importante mantermos alguma fidelidade no nosso trabalho de som, sim. Nós devemos de ter em conta o ambiente do espaço de gravação, os sons que constituem esse ambiente, os timbres dos mesmos e como estes sons interagem uns com os outros. Contudo, o desenvolvimento de uma história por meios digitais e analógicos fornece liberdade para criarmos o nosso mundo virtual. Sim, o filme pode ter uma imagem extremamente parecida com o que vemos ao vivo, ou podemos modificar a cor das filmagens de forma menos realista. É fiel ao que vemos ao vivo? Não, mas este é o mundo de fantasia que podemos criar, a cor e a forma como a imagem é manipulada por si só conta parte da história, e podemos aplicar a mesma lógica para o som. Podemos realçar sons que ao vivo são mais fracos e difíceis de ouvir, podemos introduzir sons que não são audíveis no local de filmagem, podemos manipular sons e timbres, ou sintetizar

sons digitais que não existem na vida real. Tudo isto são escolhas criativas na manipulação e composição de som.

Assim sendo, o Estagnação não segue fidelidade perfeita quanto ao som. O uso de foley é frequente, mas o ambiente de som final de cada cena é diferente do ambiente que ouvimos ao vivo. Um exemplo disto é quando o protagonista está a andar ou a correr na estação do metro. Os passos são fortes e realçados, mesmo que ele esteja longe da câmara. Ao vivo, estes passos seriam difíceis de ouvir e teriam um impacto mínimo. Em cada dia de filmagem, nós filmámos o equivalente a vários dias na história, em cenas diferentes. Na história, estes dias devem de ter pequenas diferenças na cena e ambiente, como diferenças na luz e som. As gravações de áudio não têm essas diferenças, mas depois na pós-produção nós criamos estas diferenças. Quando a personagem acorda no seu quarto, vão haver dias em que se houve pássaros lá fora, e noutros dias houve-se mais carros do que o de costume, e noutros dias não se ouve nada. É com estes métodos que fugimos à fidelidade do ambiente sonoro real e transpomos parte da imaginação na narrativa de som.

Seguindo a mesma ideia do som não fiel à filmagem, o uso de foley também é importante para termos uma contextualização espacial da cena, para além do que conseguimos ver. Com uma atenção ao pormenor na narrativa de som, conseguimos introduzir detalhes invisíveis, como o ambiente de sala de aula, que é uma composição de diversos sons diferentes, ou o som do metro a chegar na fase final da história, para conseguirmos saber que o metro está quase a chegar à estação, mesmo que o não consigamos ver. O som do alarme toca no início de cada dia, seguido pelo protagonista a acordar, e esse som é o complemento para a narrativa deste plano.

8 - Uso de Música

De acordo com Vesna Dakic, a música fornece “atmosfera emocional” à história (Sound Design for Film and Television, 2007, p. 4). O nosso projeto segue este princípio quando utiliza a música para sustentar a narrativa.

Quase todos os sons são diegéticos na nossa história, todos exceto a música presente. O nosso projeto utiliza várias faixas de música que fazem de suporte à narrativa de som. A música define o ritmo e continuidade do ciclo diário, onde a atenção aos pormenores nos planos é menos necessária. O ritmo abranda e a música desaparece. Normalmente, são estes os momentos em que a personagem principal inicia ou participa em eventos importantes para o enredo e progresso da história, como o dia final. A música é então maioritariamente usada no progresso repetitivo dos dias.

A música de fundo nunca deve de se sobrepor ao som diegético. É de evitar termos um conflito que cria uma confusão na perceção do som, onde a música é demasiado forte e o som diegético e diálogos são demasiado fracos. Para evitar isso, a faixa de música não é sobreposta em momentos importantes onde uma personagem possa estar a falar.

Com o passar do tempo, a música que ouvimos desde o início do filme perde a sua intensidade e fica progressivamente mais difícil de ouvir. O protagonista perde a motivação e energia que antes tinha, e o impacto desta faixa de música é proporcional a esta perda.

Eventualmente, ouvimos outras faixas de música completamente diferentes com um significado diferente. De repente, já não temos a música alegre e energética que antes ouvíamos, e agora começamos a ter contacto com uma realidade mais sombria, mais intensa, e a nova música reflete esta mudança, acompanhada por repetições de sons e música sem qualquer ordem, com variação de amplitude, reverberação e tonalidade. A percepção da realidade torna-se distorcida.

9 - Metodologia na Codificação

No estagnação, nós levamos a sério a componente técnica de codificação dos nossos materiais. Nós seguimos os procedimentos ideais de codificação de acordo com as diferentes etapas de desenvolvimento (como, por exemplo, filmagem, pós-produção, exportação, conversão) e as nossas necessidades.

A codificação de conteúdos digitais é um tema de enorme profundidade, mas segue o princípio nuclear de codificação que eu explico num trabalho teórico que eu desenvolvi no passado (A Ciência da Codificação Digital, 2023): A codificação é o processo algorítmico de organizar informação de acordo com um formato ou princípio pré-definido, para que possa ser decodificado segundo as mesmas regras. Em vídeo, imagem e áudio, o domínio da codificação aborda diversos problemas, tais como preservação de informação, eficiência de compressão, velocidade de codificação, velocidade de decodificação, entre muitos mais.

Os brutos obtidos na filmagem estão codificados em H.264. Este formato de codificação traz vantagens de logística no armazenamento e transferência de ficheiros, pois podemos definir a bitrate manualmente e o tipo de controlo de bitrate, mas é mais pesado de decodificar, reduzindo a performance dentro do editor. Ao contrário da crença comum, o H.264 não é um formato de má qualidade, na verdade este formato permite definirmos bitrates extremamente altas, e não usar subamostragem de cor. O H.264 até suporta codificação lossless RGB (Lossless Video for Recording and Archiving, 2023).

A exportação na sua forma original é feita no formato DNxHR HQ. Este formato é categorizado como “intermédio”, ou seja, utiliza algoritmos e métodos de compressão mais leves e simples de decodificar para a performance dentro do editor ser muito superior, ao custo de necessitar de bitrates bastante elevadas para preservar uma boa quantidade de informação. O tamanho do ficheiro final, neste estado, é de quase 20GB, mas nem todas as pessoas necessitam da maior performance de edição e qualidade, então este vídeo é transcodificado para uma versão mais pequena, em H.264. Para esta transcodificação, é usado o método de constant rate factor para manter a qualidade constante ao longo do vídeo, com bitrate variável. O constant rate factor tem em conta os parâmetros de codificação, o codificador usado, o formato de codificação, e a informação em cada frame. O codificador x264 é usado para esta conversão por ser o codificador de H.264 com a maior relação entre qualidade e performance, tendo também capacidade de codificar em lossless RGB. O x264 tem presets de codificação para definirmos uma relação entre qualidade e performance^[5], e escolhermos este preset é crucial para não gastarmos demasiado tempo em cada conversão, mas ao mesmo tempo mantendo também uma eficiência de compressão alta o suficiente para podermos usar bitrates relativamente baixas.

Segundo um estudo que eu desenvolvi noutro trabalho meu (x264 for Professional Video Work, 2023), A eficiência de compressão é diretamente proporcional ao nível do preset de

codificação, enquanto que a velocidade de codificação é inversamente proporcional. A velocidade de codificação diminui ligeiramente e linearmente com o aumento do nível do preset, contudo, a eficiência de compressão só tem este efeito a partir do segundo preset. Entre o primeiro e o segundo, a diferença de eficiência de compressão é enorme, o que torna o primeiro nível um preset que necessita de uma bitrate muito maior, para a mesma qualidade. Podemos também concluir que os ganhos de eficiência de compressão diminuem de forma logarítmica com o aumento de nível de preset. Com toda esta informação, podemos escolher então qual é o preset com a melhor relação entre velocidade e qualidade.

10 - Exportação Final

Assim que a pós-produção estiver completamente pronta, quer na frente da imagem e do áudio, passamos à fase final, a exportação. O vídeo é renderizado e codificado no formato intermédio DNxHR HQ, com formato de cor YUV 4:2:2 a 8bit, mantendo a resolução e framerate a 1920x1080 25 FPS. Este áudio incluído no vídeo contém apenas o áudio sincronizado que gravámos com o microfone dedicado, por isso tem de ser substituído pelo áudio final que eu desenvolvi em paralelo. Este áudio final tem a composição, foley, ADR, efeitos, mistura e manipulação que falta no lado do João. O áudio final é exportado em WAV stereo, a 24bit 48KHz. Como foi explicado antes, é feito o remuxing para juntarmos o vídeo e o áudio final num único ficheiro. Temos agora o nosso trabalho final, no seu formato mais cru. Este ficheiro é bastante grande, e não é web-friendly, pois o formato de codificação de vídeo usado não é suportado nos browsers e em alguns media players, é concebido para trabalho profissional de vídeo. Sendo assim, temos então de transcodificar o nosso trabalho.

O vídeo é transcodificado para uma versão em H.264. O controlo de taxa de bits usado é constant rate factor, para manter uma qualidade constante com uma bitrate variável. A framerate e resolução mantêm-se iguais, a 1920x1080 25FPS.

Assumindo os nomes de ficheiro VIDEO.mov e AUDIO.wav, temos o seguinte comando de FFmpeg para fazer o remuxing e transcodificação:

```
ffmpeg -i VIDEO.mov -i AUDIO.wav -map 0:v -map 1:a -c:v libx264 -preset:v superfast -crf 14 -pix_fmt yuv420p -c:a copy FINAL_light.mov
```

Conclusão

Desenvolver um projeto de audiovisual, quer seja longo ou curto, ou quer tenha um orçamento enorme ou pequeno, é sempre um grande desafio, sobretudo quando feito a pares. Há imensas condicionantes de que temos de ter em conta quando estamos a planear tudo para a execução do projeto. Temos de ser realistas quanto ao argumento e ter em conta se conseguimos executar as nossas ideias no mundo real. Temos de planear a imagem, cor, perspetiva e montagem. Temos de fazer a gestão dos nossos recursos, quer sejam recursos de hardware, tempo, locais de filmagem ou atores, e temos de estar preparados para imprevistos e complicações e conseguir resolver estes problemas ou encontrar alternativas.

Como a nossa equipa é constituída por apenas 2 membros, nós tivemos grandes desafios na realização do projeto, mas o número baixo de membros de projeto também nos trouxe grande poder e flexibilidade quanto às decisões que podemos considerar, como executamos as nossas ideias em cena, como fazemos a gestão de tempo e horário, e muitas outras frentes. Nós encontramos muitas dificuldades ao longo do caminho, como era de esperar, e tivemos de planear imenso para a produção, quer numa perspetiva mais artística como numa perspetiva mais técnica e científica.

O som tem um papel enorme na narrativa do filme, e sustenta a história bem na forma como adiciona pormenores e informação invisíveis. A música sustenta o ritmo, ambiente, emoção e dimensão da história, e o ambiente sonoro contextualiza-nos no espaço e também sustenta a dimensão do mesmo. A forma como os diferentes sons são manipulados desvia o nosso foco auditivo e a intensidade da reação a diferentes sons súbitos.

O planeamento de áudio foi extenso e baseou-se nas melhores formas de usarmos o nosso equipamento pessoal. O meu portátil pessoal foi configurado a um nível profundo para estar pronto para ser usado como um gravador avançado e autónomo. Foi usado equipamento pessoal para todas as gravações de áudio, mas os riscos e condicionantes foram tidos em conta.

Com o devido planeamento técnico, trabalho em equipa, coordenação e flexibilidade, e trabalho em paralelo, nós temos o orgulho de apresentar o nosso trabalho resultante, o nosso Estagnação.

Créditos e Agradecimentos

Equipa de produção

Realização e Argumento	João Pinto
Assistente de Realização	Tomás Pinto
Direção de Fotografia	João Pinto
Produção	João Pinto e Tomás Pinto
Pós-produção de vídeo e imagem	João Pinto
Diretor de Som	Tomás Pinto
Operador de câmara e microfone	Tomás Pinto
Pós-produção de áudio	Tomás Pinto

Atores

Mário	João Pinto
Professores	Daniela Rodrigues Jorge Bessa André Legoinha

Materiais de terceiros usados

- <https://freesound.org/people/ellie.vanderlip/sounds/704381/>
- <https://freesound.org/people/MessyAcousticApocalypse666/sounds/594778/>
- https://freesound.org/people/Uno_Reverse/sounds/462467/
- <https://freesound.org/people/dobroide/sounds/35039/>
- <https://freesound.org/people/MakedaMntuyedwa/sounds/492959/>
- <https://freesound.org/people/joedeshon/sounds/258094/>
- <https://freesound.org/people/kyles/sounds/450726/>
- <https://freesound.org/people/kijjaz/sounds/396320/>
- <https://freesound.org/people/ztitchez/sounds/370279/>
- https://freesound.org/people/test_sound/sounds/464280/
- <https://freesound.org/people/inchadney/sounds/46351/>
- <https://freesound.org/people/Apostolinkytyi/sounds/128940/>
- <https://freesound.org/people/Erablo42/sounds/661187/>
- <https://freesound.org/people/ZHR%C3%98/sounds/636848/>
- <https://freesound.org/people/fastson/sounds/51058/>

Música

“Fox Tale Waltz Part 1 Instrumental”	de Kevin Macleod
“Shadowlands 7 – Codex”	de Kevin Macleod
“Echoes of Time v2”	de Kevin Macleod
“Calm Synth Music”	de ZHRØ

Outros agradecimentos

Agradecemos à Metro do Porto

Referências usadas

Referências bibliográficas

- Godzilla Minus One (2024)
- Michel Chion - Audio-Vision (1994, p. 25)
- Michel Chion - Audio-Vision (1994, p. 28)
- Vesna Dakic – Sound Design for Film and Television (2007, p. 9)
- Vesna Dakic – Sound Design for Film and Television (2007, p. 4)
- Trabalho de minha autoria: A Ciência da Codificação Digital (2023, <https://github.com/spacebanana420/writtenworks/blob/main/pdf/digitalencoding.pdf>)
- Trabalho de minha autoria: Lossless Video for Recording and Archiving (2023, <https://github.com/spacebanana420/writtenworks/blob/main/pdf/lossless.pdf>)
- Trabalho de minha autoria: x264 for Professional Video Work (2023, <https://github.com/spacebanana420/writtenworks/blob/main/pdf/x264.pdf>)

Referências numeradas

1. <https://ffmpeg.org/>
2. <https://nixos.org/>
3. <https://kernel.org/>
4. <https://www.freedesktop.org/wiki/Software/PulseAudio/>
5. <https://wiki.videolan.org/Documentation:Modules/x264/>

**ESCOLA
SUPERIOR
DE MEDIA
ARTES
E DESIGN**
POLITÉCNICO
DO PORTO

LICENCIATURA EM CINEMA E AUDIOVISUAL
Projeto Final de Audiovisual

Estagnação
Tomás da Silva Rodrigues Bessa Pinto

